البحث: وهو التنقيب المستمر عن المعارف والمفاهيم، على ان يكون المنهاج المستخدم في حلها معتمدا على طريقة علمية.

العلم: هو مجموعة القوانين العامة التي تربط الحقائق المتباينة والتي تمكننا من صياغة فروض خاصة يستعان بها في التنبؤ بأحداث معينة تحت ظروف محددة.

التجربة: التجريب هو وسيلة الطريقة العلمية وتستخدم التجربة لاختبار الفرضيات واستكشاف العلاقات ات. ويمكن تلخيص التجربة في النقاط الآتية:

أ- تحديد المشكلة.

ب- اختيار المتغير المؤثر أو المرتبط.

ج- تحديد العوامل التي سيجري تغييرها.

د- تحديد مستويات العوامل هل كمية أم وصفية وهل ثابتة أم عشوائية.

هـ- كيفية الربط بين مستويات العوامل.

يمكن تصنيف التجربة إلى: -

1 تقسم التجارب على أساس العوامل الداخلة فيها الى: -

1- التجارب البسيطة: وهي التجارب التي تجري لدراسة تأثير عامل واحد فقط مثل دراسة تأثير أربع مستويات من البروتين في تغذية الدواجن وغيرها من الدراسات.

2- التجارب العاملية: وهي التجارب التي تجري لدراسة تأثير أكثر من عامل واحد في وقت واحد. وفي مثل هذه التجارب يمكن الحصول على معلومات عن كل عامل من العوامل المدروسة اضافة الى معرفة التداخل بين العوامل مثل دراسة تأثير ثلاث مستويات من الطاقة ومستويين من البروتين في تسمين العجول.

التصميم: - تصميم التجربة يعني ببساطة التخطيط للتجربة بحيث يتم جمع المعلومات التي تكون ذات صلة بالمشكلة قيد الاختبار، وعليه هو عبارة عن سلسلة من الخطوات التي تتبع بهدف جمع البيانات واعدادها في جداول مناسبة لتحليلها إحصائيا والوصول الى استنتاجات يمكن تعميمها والاستفادة منها تباعا.

لدراسة أي مشكلة أو ظاهرة والعمل على حلها لابد من أتباع الطريقة العلمية.

اختيار التصميم التجريبي المناسب: عند اختيار تصميم تخريبي مناسب لأي تجربة، يجب اخذ بنظر الاعتبار النقاط الآتية: -

1- التعرف على الوحدات التجريبية المطلوب دراسة تأثيراتها في التجربة، هل التجربة بسيطة (ذات عامل واحد)

وتسمى تجربة بسيطة وإذا كانت تتضمن أكثر من عامل تسمى تجربة عاملية.

2- التعرف على الوحدات التجريبية التي ستطبق عليها المعاملات، هل هي متجانسة ام لا واختيار التصميم الملائم.

3- هل جميع المعاملات سوف تظهر معا في كل قطاع (تصميم قطاعات كاملة) أم أن عددا منها سوف يظهر معا في قطاع وعدد آخر يظهر في قطاع آخر (تصميم قطاعات ناقصة).

بإيجاز **التصميم هو**: -

1- عدد الملاحظات الواجب تسجيلها.

2- الاسلوب التجريبي.

3- طريقة تطبيق الاسلوب العشوائي.

4- النموذج الرياضي لوصف التجربة.

التحليل: - تتضمن طريقة جمع البيانات وترتيبها واختزالها ثم اجراء اختبارات إحصائية معينة لاستخدامها في اتخاذ القرارات حول جوانب مختلفة من التجربة.

باختصار، فإن التحليل هو: -

1- جمع البيانات ومعالجتها.

2- إجراء الاختبارات الاحصائية.

3- مناقشة النتائج وتفسيرها للتجربة.

تحليل التباين: - اجراء بعض العمليات الرياضية لتقسيم التباين الكلي في مجموعة من البيانات إلى مصادر التباين المختلفة الموجودة.

تم بناء تحليل التباين على أربعة افتراضات هي: -

1- التأثيرات الاساسية تجميعية.

2- التوزيع العشوائي المستقل والطبيعي للخطأ التجريبي.

3- تجانس التباينات.

4- عدم الارتباط بين المتوسطات والتباينات.

تحليل التباين: وهو اجراء بعض العمليات الرياضية بهدف قياس التباين الموجود في البيانات ثم تقسيمه الى مصادره المختلفة وتلخيص ذلك في جدول يطلق عليه جدول تحليل التباين.

جدول تحليل التباين

مصادر التباين Source of Variation S.O.V.	درجات الحرية Degrees of Freedom d.f.	مجموع المربعات Sum of Squares S.S.	التباين المقدر (متوسط المربعات المقدر) Mean Squares M.S.	التباين المتوقع (متوسط المربعات المتوقعة) expected Mean Squares E.M.S.	Fالمحسوبة	Fالجدولية
ويشمل جميع مصادر التباين أو مسببات الاختلاف بين مواد التجربة وتحدد عادة بمعادلة النموذج الرياضي	وهي عدد القيم الحرة أو عدد المقارنات المستقلة التي يمكن اجراؤها لكل مصدر من مصادر التباين	مجموع مربعات الانحرافات المسؤول عنها كل مصدر من مصادر التباين	وهو التباين الخاص بكل مصدر ويحسب بقسمة مجموع المربعات على درجات الحرية لكل مصدر	التباين المتوقع من كل مصدر ويحدد عادة بمعادلة النموذج الرياضي الموضوع للتجارب	تحسب بقسمة تباين كل مصدر على تباين الخطأ التجريبي	تستخرج من الجدول لقيم F

ولكي يكون تحليل التباينات سليما لابد من توفر الفروض الآتية: –

1– التأثيرات الأساسية تجميعية: – ويعني أن تأثير المعاملات وغيرها من التأثيرات الأخرى تضاف الى بعضها البعض لتحديد قيمة المشاهدة ويلاحظ ذلك من خلال معادلة النموذج الرياضي الخاص بكل تصميم. وبصورة عامة فأن توفر هذا الفرض يعني أن:

آ– تأثير المعاملات ثابت أي عدم وجود تداخل بين المعاملات والوحدات التجريبية ويعني ذلك أن المعاملة تضيف مقدار ثابت لكل وحدة تجريبية أي أن تأثير المعاملة متساو على جميع الوحدات التجريبية التي طبقت عليها.

ب– تطبيق معاملة ما على الوحدة التجريبية لا يتأثر بتطبيق معاملة أخرى على وحدة تجريبية مجاورة، أي أن تأثير المعاملة مستقل.

ج– الفرق بين تأثير معاملتين يقاس بمقارنة متوسط جميع الوحدات التجريبية التي أخذت المعاملة الأولى ومتوسط جميع الوحدات التجريبية التي أخذت المعاملة الثانية (الأخرى).

2– التوزيع العشوائي المستقل والطبيعي للخطأ التجريبي: عند أجراء الاختبار للفرضيات نفترض اساسا أن الأخطاء التجريبية تتوزع توزيعا طبيعيا ومستقلا وتسلك في هذا التوزيع سلوك التوزيع الطبيعي بمتوسط عام يساوي صفر وتباين يساوي ($\varepsilon\ ^{2}6$) أي أن:

$$eij \sim NDI(0,{}^{2}6)$$

الوحدة التجريبية: هي أصغر وحدة أساسية أو هي أصغر جزء أو قسم من مواد التجربة تطبق عليها المعاملات أو توزع على المعاملة.

المعاملة: وتعني مجموعة الظروف المتغيرة التي توضع تحت سيطرة الباحث، والتي يقوم الباحث بتوزيعها على الوحدات التجريبية أو يوزع عليها الوحدات التجريبية وحسب التصميم المختار.

الخطأ التجريبي: هو مقياس الاختلافات الطبيعية التي توجد عادة بين مشاهدات سجلت من وحدات التجريبية عوملت بنفس المعاملة. وهناك عدة مصادر لمثل هذه الاختلافات والثي تنشأ عن عوامل لا يستطيع الباحث التحكم بها ويمكن تلخيصها بثلاث مصادر وهي: -

1- الاختلافات الذاتية والتي توجد عادة بين الوحدات التجريبية ويمكن ارجاعها الى الاختلافات
2- الاختلافات في تطبيق المعاملة: تحدث بعض الاخطاء عند عدم تطبيق المعاملة الواحدة بصورة متساوية عند تكرارها بنفس الظروف على أكثر من وحدة تجريبية وكذلك اختلاف القائمين بتطبيق المعاملة.
3- الأخطاء الفنية الأخرى والتي تحدث في التجربة وفي طرق أخذ القياسات للصفات المدروسة وتسجيل المشاهدات.

اثية والظروف البيئية التي يصعب السيطرة عليها.

التحكم في الخطأ التجريبي: - يمكن التحكم في مقدار الخطأ التجريبي عن طريق:

1- استخدام تصميم تجريبي أكثر كفاءة تبعا لمدى التجانس بين الوحدات التجريبية.
2- استخدام تحليل التباين المشترك.
3- اختيار حجم وشكل الوحدة التجريبية المناسب مع عدد مناسب من المكررات.
4- تحسين الطرق الفنية المستخدمة في تنفيذ ومتابعة التجربة والاهتمام بدقة القياسات وتسجيل البيانات منذ البدء وحتى الحصول على النتائج.

القواعد الأساسية لتصميم التجارب: يعتمد تصميم التجارب على ثلاث قواعد أساسية لبد من توفرها في أي تصميم والتي تعمل على تقليل الخطأ التجريبي مما يزيد من كفاءة ودقة التجربة وهذه القواعد هي: -

1- التوزيع العشوائي: ويعني ذلك اجراء توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية بشكل عشوائي بعيدا عن التحيز أو التدخل الشخصي في التوزيع (التوزيع دون نظام معين) وهذ الأسلوب يحقق الآتي: -

آ- تجنب الخطأ المنتظم ومنع ظهور أي تحيز في نتائجه.
ب- ضمان دقة تقدير الخطأ التجريبي وبالتالي زيادة دقة التجربة.

ج- ضمان توزيع الأخطاء التجريبية توزيعا حرا وبالتالي ضمان صحة أجراء الاختبارات الإحصائية اللازمة لاختبار الفرضيات.

2- **التكرار:** يقصد به تمثيل المعاملة الواحدة في أكثر من وحدة تجريبية للحصول على فكرة صحيحة عن تأثير المعاملة وإمكانية تقدير الخطأ التجريبي ويمكن فصله عن تأثير المعاملة مما يؤدي الى زيادة دقة التجربة وكذلك لضمان توسيع مدى تعميم نتائج التجربة، لأنه وكما سبق ذكره أن الوحدات التجريبية تختلف فيما بينها رغم وجودها تحت نفس الظروف.

3- **التعرف على الوحدات التجريبية والتحكم فيها:** ويم ذلك عن طريق معرفة الوحدات التجريبية وتمييز أتجاه الاختلافات فيها ومحاولة تقسيمها الى مجموعات متجانسة يتم توزيع المعاملات عليها بطريقة عشوائية ويعرف هذا التقسيم بتجميع الوحدات فيها بالمجموعات أو القطاعات.

متطلبات التجربة الجيدة: لكي يمكن اجراء تجربة جيدة لابد من توفر عدة شروط أو متطلبات وهي: -

1- **غياب الخطأ المنتظم:** أي عدم وجود اختلاف يأخذ أتجاه معين، ويمكن التغلب عليها بالتوزيع العشوائي للتغلب على تأثير الأخطاء الذاتية الموجودة بين الوحدات التجريبية وبذلك يتحقق غياب الخطأ المنتظم.

2- **الدقة:** أن تكون التجربة على درجة عالية من الدقة وذلك عن طريق زيادة عدد الوحدات التجريبية لغرض الحصول على أقل خطأ تجريبي وكذلك زيادة عدد التكرارات مع اختيار التصميم الجيد والمناسب للتجربة والتوزيع العشوائي للمعاملات على الوحدات التجريبية فأننا نتوقع أن تقدير تأثير معاملة ما لن يختلف عن قيمته الحقيقية الا كنتيجة لأخطاء عشوائية فقط وهي الأخطاء التي تحدث طبيعيا وعادة تقاس هذه الأخطاء بما يسمى الخطأ القياسي.

3- **اتساع مدى صلاحيات النتائج:** أن تكون الاستنتاجات من التجربة ذات مدى واسع من الصلاحيات ينبغي ألا تجري التجربة في ظروف مثالية جدا بحيث لا يمكن أيجادها في الظروف العملية والحقلية في المستقبل بل يجب أن تطبق تحت ظروف مختلفة وعديدة وبالتالي تعطينا تأثيرا أكثر وضوحا بين المعاملات.

4- **البساطة:** أن يكون التصميم المستخدم في التجربة بسيط وسهل التحليل ولا حاجة للتعقيدات غير اللازمة.

5- **تقدير الخطأ القياسي:** من المرغوب حساب مدى التشكك في تقدير التأثيرات المختلفة التي قمنا بتقديرها على أن يكون ذلك من بيانات التجربة نفسها كلما أمكن ذلك ويعني ذلك تقدير الخطأ القياسي تقديرا جيدا لنتمكن من اجراء اختبارات المعنوية وتحديد حدود الثقة أو الاختلافات الحقيقية عند مستوى الاحتمال المطلوب ويعتمد ذلك على الوحدات التجريبية

التي تستجيب استجابة لتأثير إحدى المعاملات وتختلف بطريقة عشوائية تماما عن مجاميع الوحدات التجريبية الخاصة بالمعاملات الأخرى والذي يعطينا قياسا معقولا للخطأ. أما في التجارب التي تحتوي اعدادا قليلة جدا من الوحدات التجريبية فلن يكون بالإمكان تقدير الانحراف القياسي تقديرا معقولا من نفس مشاهدات التجربة.

الخطوات التي تتبع في التجارب العلمية: يمكن تلخيص الأسلوب العلمي الذي يتبع عادة في أجراء البحوث والتجارب في عدة خطوات متتابعة وهي: -

1- تحديد المشكلة المراد دراستها تحديدا واضحا ووضع أهداف تؤدي الى حلها.
2- وضع الفرضيات التي تساعد في تحقيق الأهداف السابق ذكرها.
3- تحديد العامل أو العوامل ومستوياتها التي ستستخدم في التجربة.
4- تحديد الصفة أو الصفات التي سيتم دراستها وكيفية قياسها.
5- تعيين الوحدات التجريبية التي ستطبق عليها المعاملات.
6- اختيار التصميم التجريبي الملائم.
7- جمع البيانات.
8- تحليل البيانات احصائيا.
9- مناقشة النتائج وتفسيرها.
10- اعداد تقرير علمي عن التجربة وما أدت اليه من نتائج.

خصائص تصميم التجارب الجيدة:

1- يجب أن يؤدي تحليل النتائج تبعا للتصميم المستخدم الى معلومات غير غامضة حول الأهداف الرئيسة من التجربة ويجب أن تكون التقديرات غير خاطئة.
2- يجب أن يكون النموذج الرياضي والافتراضات المبنية عليه مؤاتيا لظروف ومواد التجربة.
3- يجب أن يؤدي التصميم الى الحصول على أقصى ما يمكن من معلومات بخصوص أهداف التجربة الرئيسة.
4- يجب أن يؤدي التصميم الى بعض المعلومات عن جميع أهداف التجربة.
5- يجب أن يكون التصميم ممكن التنفيذ على اساس ظروف العمل المتاحة للباحث.

التجارب ذات العامل الواحد

أن التجارب ذات العامل الواحد هي تلك التجارب التي تتضمن عامل واحد يتغير بينما بقية العوامل تبقى ثابتة، أو هي تلك التجارب التي تهتم بدراسة عامل واحد فقط. وفي مثل هذه التجارب يتكون العامل استه من عدة مستويات

(معاملات).

التصميم العشوائي الكامل
The Completely Randomized Design (C.R.D.)

ويعرف بأنه التصميم الذي يتم فيه توزيع المعاملات المطلوب دراسة تأثيرها عشوائيا على الوحدات التجريبية المتجانسة أو توزع فيه الوحدات التجريبية المتجانسة جميعها توزيعا عشوائيا على المعاملات من غير نظام محدد.

مميزات التصميم وعيوبه

المميزات:

1- أبسط أنواع التصاميم وأسهلها على تطبيقا الأطلاق.
2- يسمح باستخدام أعلى ما يمكن من درجات الحرية للخطأ التجريبي بالمقارنة مع التصاميم الأخرى.
3- يتميز هذا التصميم بالمرونة، فهو لا يضع حدودا لأعداد المعاملات أو التكرارات.
4- ليس من الضروري أن تتساوى أعداد التكرارات في المعاملات المختلفة، وان كان من المرغوب فيه توحيدها.
5- طريقة التحليل الإحصائي بسيطة وسهلة وحتى ولو اختلفت تكرارات المعاملات.
6- فقدان بعض الوحدات التجريبية أو حتى معاملات بأكملها لا يؤثر على بساطة التحليل الإحصائي.

أما عيوب التصميم فتتمثل في عيبين رئيسيين وهما:

1- لايصح استخدام هذا التصميم الا أذا كانت الوحدات التجريبية على درجة عالية من التجانس.
2- نظرا لأن الخطأ التجريبي يضم جميع الاختلافات بين الوحدات التجريبية ما عدا الاختلافات الناتجة عن تأثير المعاملات لذلك فأن هذه القيمة المقدرة للخطأ التجريبي عادة تكون كبيرة مما يؤدي الى عدم دقة وكفاءة التصميم في بيان تأثير المعاملات مقارنة بالتصاميم الأخرى.

استخدام التصميم العشوائي الكامل في حالة تسجيل مشاهدة واحدة لكل وحدة تجريبية:

1- جدول تحليل التباين ANOVA Table (analysis of Variance table)

جدول تحليل التباين لتجارب التصميم العشوائي الكامل

S.O.V.	d.f.	S.S.	M.S.	F Cal.	F tab.
Total	tr-1	SST= $\sum yij^2 - C.F.$			
treatment	t-1	$SSt = \frac{\sum yi.2}{r} - C.F.$	$Mst = \frac{SST}{t-1}$	$F= \frac{Mst}{Mse}$	$F_{(t-1),t(r-1)}$
Error	t (r-1)	SSe = SST – SSt	$Mse = \frac{SSe}{t(r-1)}$		

معامل التصحيح Correction Factor

$$C.F.= \frac{(y..)^2}{tr}$$

2- **تقدير التأثيرات بأتباع طريقة المربعات الصغرى:** يمكن بهذه الطريقة تقدير تأثير مكونات معادلة النموذج الرياضي للتصميم والتي تؤثر على المشاهدة لتعطيها قيمة معينة.

معادلة النموذج الرياضي للتجربة

$$yij = \mu + ti + eij \quad \begin{cases} i= 1\ldots\ldots (t) \\ j= 1\ldots\ldots (r) \end{cases}$$

تأثير المتوسط العام $\hat{\mu} = \bar{y}.. = \frac{y..}{tr}$

تأثير متوسط أي معاملة $\hat{ti}. = \bar{y}i. - \bar{y}..$

تأثير الخطأ التجريبي $\hat{eij} = yij - \bar{y}i.$

3- اختبار الفرضيات: ويجري هذا الاختبار بفرض فرضية العدم بعدم وجود اختلافات في تأثير المعاملات والتي توضع على أمل رفضها عند مستوى احتمال معين

فرضية العدم $Ho : \mu_1 = \mu_2 = \ldots. \mu_t$

الفرضية البديلة $H_A: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \ldots\ldots \mu_t$

4- معامل اختلاف التجربة C.V% (Coefficient of Variability)

$$C.V\% = \frac{\sqrt{Mse}}{\bar{y}..} \times 100$$

من بيانات الجدول الآتي قدر التأثيرات الآتية:

(treat.) ti.	r_1	r_2	r_3	r_4	$yi.$	$\bar{y}i.$
t_1	6	9	4	5	24	6
t_2	8	8	6	6	28	7
t_3	10	10	5	7	32	8
					y.. 84	$\bar{y}$.. 7

أثبت أن:

$y_{23} = 6$

$\hat{\mu} = \bar{y}.. = 7$

$\hat{t}_2 . = \bar{y}_2. - \bar{y}.. = 7 - 7 = 0$

$\hat{e}_{23} = y_{23} - y_2 . = 6 - 7 = -1$

$\therefore 7 + 0 + (-1) = 6$

5- تقدير مكونات التباين:

التباين المتوقع : Estimated Variance $\sigma^2 e = Mse$

$$Mst = \sigma^2 e + r\sigma^2 t$$

تباين تأثير المعاملات: $\sigma^2 t = \frac{Mst - Mse}{r}$

تباين أي مشاهدة في التجربة : $S^2 yij = Mse$

الانحراف القياسي أو الخطأ القياسي لأي مشاهدة :

$$Syij = \sqrt{Mse}$$

تباين متوسط أي معاملة:

$$S^2\bar{y}i. = \frac{Mse}{r}$$

الانحراف القياسي لمتوسط أي معاملة:

$$S\bar{y}i. = \sqrt{\frac{Mse}{r}}$$

تباين الفرق بين متوسطي أي معاملتين:

$$S^2(\bar{y}i. - \bar{y}.') = \frac{2Mse}{r}$$

الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين :

$$S(\bar{y}i. - \bar{y}.') = \sqrt{\frac{2Mse}{r}}$$

معامل اختلاف التجربة

$$C.V\,\% = \frac{\sqrt{Mse}}{\bar{y}..} \times 100$$

تقدير التأثيرات (في حال التصميم العشوائي الكامل): -

1 - تقدير تأثير المتوسط العام:

$$\hat{\mu} = \bar{y}.. = \frac{y..}{tr}$$

2- تقدير تأثير المعاملة:

$$\hat{ti}. = \bar{y}i. - \bar{y}..$$

3- تقدير تأثير الخطأ التجريبي:

$$\hat{eij} = yij - \bar{y}i.$$

اختبار المتوسطات

إذا كان اختبار F معنويا فأننا نستطيع أن نقرر بأن متوسطات المعاملات تختلف فيما بينها اختلافا معنويا، والسؤال هو بين أي متوسطات توجد هذه الاختلافات، هل بين متوسط المعاملة الأولى اء بعض

الاختبارات بعد اجراء التجربة لمعرفة الفروقات المعنوية بين متوسطات المعاملات من عدمها ومن هذه الاختبارات ما يأتي:

1- اختبار دنت Dunnett لمقارنة جميع المتوسطات بمتوسط معاملة المقارنة: وتجري هذه الطريقة بمقارنة عدد من متوسطات المعاملات مع معاملة المقارنة وتسمى معاملة السيطرة، أي مقارنة معاملة السيطرة (الكنترول) ضد كل متوسطات المعاملات الأخرى وتتلخص خطوات هذه الطريقة بما يلي:

الخطوات:

أ- أولا تحسب قيمة الخطأ (الانحراف) القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين:

$$S\left(\bar{y}_{i.}-\bar{y}_{i.}{}'\right)=\sqrt{\frac{2Mse}{r}}$$

ب- تستخرج قيمة t من جدول دنت وذلك بمعرفة عدد متوسطات المعاملات ومستوى المعنوية المطلوب من الجداول الملحقة.

ج- تحسب قيمة الفرق المعنوي وذلك بضرب القيمتين السابقتين في الخطوتين أ و ب مع بعضهما:

$$D = S\left(\bar{y}_{i.}-\bar{y}_{i.}{}'\right)\times t$$

د- تحسب الفروق بين متوسط معاملة السيطرة ومتوسط كل من المعاملات الأخرى ثم نقارن هذه الفروق بقيمة المقدرة D .

وكما مبين في المثال التالي:

من البيانات التالية أكمل جدول تحليل التباين ثم أختبر المتوسطات بواسطة اختبار دنت

(treat.) ti.	r_1	r_2	r_3	$yi.$	$\bar{y}i.$
control t_1	15	10	8	33	11
t_2	6	6	9	21	7
t_3	9	5	7	21	7
t_4	4	4	7	15	5
				$y..$ 90	$\bar{y}..$ 7.5

$$C.F = \frac{(90)^2}{12} = 675$$

ANOVA Table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.	F tab.
Total	11	103			
treat.	3	57	19	3.3	4.07 N.S
Error	8	46	5.75		

$$S\left(\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{i.}'\right) = \sqrt{\frac{2Mse}{r}} = 1.96 \qquad D = 1.96 \times 2.94 = 5.76$$

$ti.$	$\bar{y}i.$	$\bar{y}i. - ControlMeans$	D
2	7	7 – 11 = - 4 < 5.76 N.S	
3	7	7 – 11 = - 4 < 5.76 N.S	5.76
4	5	5 – 11 = - 6 > 5.76 *	

2- اختبار أقل فرق معنوي Least Significant Differences Test (L.S.D)

وهذا الاختبار يجري بحساب الفرق بين متوسطي معاملتين ويتم اعتبار الفرق بين المتوسطين معنويا إذا كانت قيمة t المحسوبة مساوية أو أكبر من قيمة t الجدولية والتي نحصل عليها من جدول توزيع t بمعرفة مستوى المعنوية المطلوب ودرجات حرية الخطأ (درجات الحرية الخاصة بتباين الخطأ من جدول تحليل التباين). فاذا وجد الفرق بين متوسطي المعاملتين مساويا أو أكبر من قيمة t المحسوبة فأن هذا الفرق يعتبر معنويا والعكس صحيح. وعلى هذا الاساس يمكن تلخيص خطوات أجراء هذا الاختبار في الخطوات التالية:

الخطوات:

1- تقدير قيمة الخطأ القياسي لمتوسط أي معاملة: $S\left(\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{i.}'\right) = \sqrt{\frac{2Mse}{r}}$

2- استخراج قيمة t من جداول توزيع t من الملاحق وذلك بمعرفة مستوى المعنوية ودرجات حرية الخطأ من جدول تحليل التباين.

3- حساب أقل فرق معنوي:

$$\text{L.S.D} = \sqrt{\frac{2Mse}{r}} \times t$$

4- تقارن الفروق بين أزواج المتوسطات بقيمة أقل فرق معنوي لتحديد معنوية الفروق من عدمه.

يعتبر هذا الأختبار من أكثر طرق الأختبار استخداما من قبل الباحثين وذلك لسهولة اجراءه ولكن لعدم إدراك الكثير منهم بقصور هذه الطريقة والذي يكمن في أن استخدام هذا الأختبار لا يعتبر صحيحا الا في حالة مقارنة معاملتين فقط، أي يكون صحيحا عندما يكون في التجربة معاملتين فقط لأنه كلما زاد عدد المعاملات ارتفع مستوى المعنوية تلقائيا مما يرفع درجة الخطأ في اتخاذ القرارات، علما أنه لا يجوز أجراء هذا الاختبار إذا كان اختبار F غير معنوي.

مثال: من بيانات الجدول الآتي قارن بين متوسطات المعاملات باستخدام اختبار أقل فرق معنويL.S.D

(treat.) ti.	r_1	r_2	$yi.$	$\bar{y}i.$
t_1	15	15	30	15
t_2	5	6	11	5.5
t_3	9	4	13	6.5
t_4	3	3	6	3
			$y..$ 60	$\bar{y}..$ 7.5

$$C.F = \frac{(60)^2}{8} = 450$$

ANOVA Table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.	F tab.
Total	7	176			
treat.	3	163	54.3	16.7 *	6.39
Error	4	13	3.25		

$$S\left(\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{i.}'\right) = \sqrt{\frac{2Mse}{r}} = \sqrt{\frac{2\times 3.25}{2}} \times 2.776$$

$$1.80 \times 2.776 = 5.00$$

t_1 Vs t_2	15 - 5.5 = 9.5	*	5
t_1 Vs t_3	15 - 6.5 = 8.5	*	5
t_1 Vs t_4	15 - 3 = 12	*	5
t_2 Vs t_3	5.5 - 6.5= - 1	N.S	5
t_2 Vs t_4	5.5 - 3 = 2.5	N.S	5
t_3 Vs t_4	6.5 - 3 = 3.5	N.S	5

اختبار دنكن Duncan's New Multiple Range test

اختبار دنكن: Duncan's New Multiple Range test

الخطوات:

1- تقدير قيمة الخطأ القياسي لأي معاملة $S\bar{y}i. = \sqrt{\frac{Mse}{r}}$

2- استخراج قيم SSR من جداول دنكن Duncan

3- حساب قيم أقل مدى معنوي L.S.R وذلك بضرب قيمة $L.S.R=\bar{Sy}_{i.}\times SSR$

4- ترتيب متوسطات المعاملات ترتيبا تنازليا أو تصاعديا

5- مقارنة الفروق الممكنة بين المتوسطات بقيم L.S.R المناسبة لأعداد المتوسطات الداخلة في مدى كل مقارنة، للحكم على معنوية الفرق من عدمه.

مثال1: من البيانات التالية اختبر الفرق بين المتوسطات باستخدام اختبار دنكن.

التكرارات

(treat.) ti.	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	$yi.$	$\bar{y}i.$
t_1	10	10	5	15	20	60	12
t_2	5	4	4	3	14	30	6
t_3	3	6	6	5	5	25	5
						115 $y..$	7.66 $\bar{y}..$

C.F=881.66

ANOVA Table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.	F tab.
Total	14	361.34			
treat.	2	143.34	71.67	3.94 *	3.89
Error	12	218	18.16		

$S\bar{y}i. = \sqrt{\frac{Mse}{r}} = 1.9$

S.S.R = 3.08 3.23 3.33 3.36 …

L.S.R = 5.85 6.14

$ti.$	$\bar{y}i.$	$L.S.R.$	$\bar{y}i.-5$ الأصغر	$\bar{y}i.-6$ فالأكبر
الأكبر t_1	12	6.14	7 *	6 *
فالأصغر t_2	6	5.85	1 N.S	
فالأصغر				

t_1	t_2	t_3
a	b	b

مثال2: إذا علمت أن:

$\bar{y}_{1.} = 5$, $\bar{y}_{2.} = 7$, $\bar{y}_{3.} = 10$, $\bar{y}_{4.} = 15$ and $S^2 yij = 2$, $r = 5$,

أوجد جدول تحليل التباين واختبر النتائج بواسطة اختبار دنكن:

الحل:

$y_{1.} = 25$, $y_{2.} = 35$, $y_{3.} = 50$, $y_{4.} = 75$, $C.F = \frac{(185)^2}{20} = 1711.25$

$sst = \frac{(25)^2 + ... + (75)^2}{5} - 1711.25 = 283.75$

ANOVA Table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.	F tab.
Total	19	315.75			
treat.	3	283.75	94.58	47.29 *	3.24
Error	16	32	2		

بما أن قيمة F المحســوبة أكبر من قيمة F الجدولية إذن توجد فروقات معنوية بين متوســطات المعاملات أي أننا سنقبل بالفرضية البديلة ونرفض فرضية العدم.

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = ...\mu t$ فرضية العدم ×

H_a : $\mu_1 \# \mu_2 \# .....\mu t$ الفرضية البديلة ✓

$S\bar{y}i. = \sqrt{\frac{Mse}{r}} = \sqrt{\frac{2}{5}} = 0.6$

S.S.R = 3.00 3.15 3.23 × 0.6

L.S.R = 1.80 1.89 1.94

$ti.$	$\bar{y}i.$	$L.S.R.$	$\bar{y}i. - 5$ الأصغر	$\bar{y}i. - 7$ فالأكبر	$\bar{y}i - 10$
t_4 الأكبر	15	1.94	10 *	8 *	5*
t_3 فالأصغر	10	1.89	5 *	3 *	
t_2 فالأصغر	7	1.80	2 *		

t_1	t_2	t_3	t_4
a	b	c	d

التصميم العشوائي في حالة عدم تساوي التكرارات

معادلة النموذج الرياضي:

$$y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \ldots t \\ j = 1,2, \ldots ri \end{matrix}$$

S.O.V.	d.f.	SS	MS	F Cal.	F tab.
Total	$\sum ri - 1$	$SST = (\sum yij^2 - (Y..)^2/\sum ri$			
treat.	t - 1	$SSt = (\sum yi.^2/ri) - (Y..)^2/\sum ri$	Mst= SSt/t-1	F= Mst/Mse	F(t-1), $(\sum ri - t)$
error	$\sum ri - t$	SST – SSt	Mse=SSe/t(r-1)		

مثال: في دراسة اجريت على الدجاج البياض أستخدم فيها خمس مصادر للطاقة على انتاج البيض الأسبوعي وكانت النتائج كما يلي:

مصادر الطاقة(المعاملات)	المشاهدات				مجاميع المعاملات	عدد المكررات
	r1	r2	r3	r4		
t1	4	5	5	6	20	4
t2	6	6	7		19	3
t3	5	5			10	2
t4	6	6	6		18	3
t5	4	4			8	2

$\sum ri = 14$ $\quad y.. = 75$

$C.F. = (y..)^2/\sum ri = (75)^2/14 = 401.79$

$SST = \sum yij^2 - C.F. = 4^2 + 5^2 + \ldots\ldots\ldots + 4^2 - 401.79 = 11.21$

$$SSt = \sum \frac{Yi.^2}{ri} - C.F.$$

$= (20)^2/4 + (19)^2/3 + (10)^2/2 + (18)^2/3 + (8)^2/2 - 401.79$

$= 100 + 120.33 + 50 + 108 + 32 - 401.79 = 410.33 - 401.79$

$=8.54$

$SSe = 11.21 - 8.54 = 2.67$

جدول تحليل التباين

S.O.V.	d.f.	SS	MS	F cal.
Total	13	11.21		
treat.	4	8.54	2.14	7.13
error	9	2.67	0.30	

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

Randomized Complete Block Design (R.C.B.D.)

يعرف التصميم على أنه ذلك التصميم الذي يتم فيه تجميع الوحدات التجريبية في مجاميع أو تقسم الى قطاعات بحيث تكون الوحدات التجريبية الموجودة في كل قطاع متجانسة نسبيا ويكون عدد الوحدات التجريبية داخل كل قطاع مساويا لعدد المعاملات المطلوب دراستها في التجربة وتوزع المعاملات على الوحدات التجريبية داخل كل قطاع توزيعا عشوائيا ومستقلا عن بقية القطاعات الأخرى.

ويعني ذلك أن هذا التصميم يمكن استخدامه في حالة عدم تجانس الوحدات التجريبية بشرط أن يكون الاختلاف بينها في أتجاه واحد.

ميزات وعيوب التصميم:

يمكن تلخيص أهم ميزات التصميم فيما يأتي؛

1- الدقة: وذلك عن طريق فصل مجموع مربعات القطاعات (مجموع مربعات الانحرافات بين القطاعات) من مجموع مربعات الخطأ والذي يؤدي الى خفض تباين الخطأ وبالتالي زيادة دقة وكفاءة التجربة.

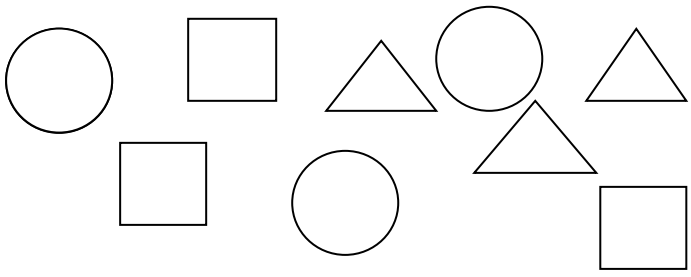
2- المرونة: ليس هناك قيود على عدد المعاملات أو عدد المكررات (القطاعات) في التجربة.

3- سهولة التحليل.

4- تقدير المشاهدة المفقودة: في حالة فقدان بغض الوحدات التجريبية أو قيم مشاهداتها يمكن حساب تقديرات لها بسهولة وبالتالي يستمر التحليل الأحصائي دون أي تعقيدات.

5- الكفاءة النسبية عالية بالمقارنة بالتصميم العشوائي الكامل وذلك عن طريق تقسيم الوحدات التجريبية الى قطاعات مما يقلل قيمة الخطأ التجريبي.

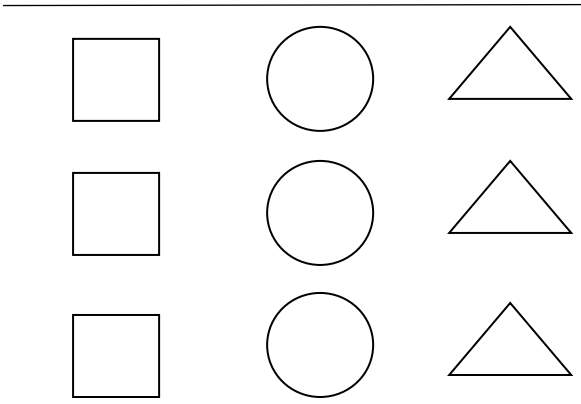
أما عيب التصميم الأساسي فيتمثل في وجود أختلافات كبيرة بين الوحدات التجريبية داخل القطاع مما يسبب في زيادة قيمة الخطأ التجريبي.



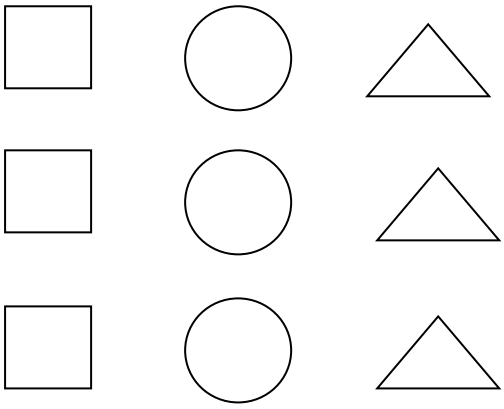
لنفرض لدينا ثلاث معاملات وكررت ثلاث مرات أي أن عدد الوحدات التجريبية المطلوبة للتجربة هو تسع وحدات وهذه الوحدات لم تكن متجانسة وهذا الأختلاف يمكن تمثيله بالأشكال أعلاه وعلى هذا الأساس يتم اجراء التصميم في خطوتين:

الخطوة الأولى هي تجميع الوحدات التجريبية المتشابهة في الشكل معا لتكون مجموعة متجانسة وتسمى كل مجموعة قطاعا.

الخطوة الثانية هي توزيع المعاملات المختلفة عشوائيا على الوحدات التجريبية داخل كل قطاع وبمعزل عن بقية القطاعات كما في الشكل التالي:



تجميع الوحدات التجريبية المتشابهة



توزيع المعاملات

1- جدول تحليل التباين .ANOVA Table (analysis of Variance table)

إذا كان لديك البيانات التالية في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة R.C.B.D أوجد جدول تحليل التباين:

المعاملات treatment $ti.$	Blocks (القطاعات) r_1	r_2	r_3	r_4	$yi.$	$\bar{y}i.$
t_1	10	8	5	9	32	8
t_2	6	4	3	7	20	5
t_3	10	12	8	6	36	9
$y.j$	26	24	16	22	88	7.3
$\bar{y}.j$	8.7	8	5.3	7.3	$y..$	$\bar{y}..$

جدول تحليل التباين لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة

S.O.V.	d.f	S.S.	M.S.	F Cal.	F tab.
Total	$tr-1$	$SST=\sum yij^2-C.F$			
Block	$r-1$	$SSr=\frac{\sum y.j^2}{t}-C.F$	$MSr=\frac{SSr}{d.f_r}$	$F_r=\frac{Msr}{Mse}$	
treatment	$t-1$	$SSt=\frac{\sum yi.^2}{r}-C.F$	$MSt=\frac{SSt}{d.f_t}$	$F_t=\frac{Mst}{Mse}$	$F_{(t-1),(t-1)(r-1)}$
Error	$(t-1)(r-1)$	$SSe=SST-SSt-SSr$	$SSe=\frac{SSe}{(t-1)(r-1)}$		

$$C.F=\frac{(y..)^2}{tr}$$

2- معادلة النموذج الرياضي: Linear model (Mathematical Model).

$$yij=\mu+t_i+R_j+e_{ij}\begin{cases}i=1\cdots t(3)\\ j=1\cdots r(4)\end{cases}$$

$$3-\hat{\mu}=\bar{y}..=\frac{y..}{tr}=\frac{88}{12}=7.3$$

$\hat{t}_{i.}=\bar{y}_{i.}-\bar{y}..$ Example: $\hat{t}_{2.}=\bar{y}_{2.}-\bar{y}..=5-7.3=-2.3$

$\hat{R}.j=\bar{y}.j-\bar{y}..$ Example: $\hat{R}._1=\bar{y}._1-\bar{y}..=8.7-7.3=1.4$

$\hat{e}ij=yij-\bar{y}i.-\bar{y}.j+\bar{y}..$ Example: $\hat{e}_{22}=y_{22}-\bar{y}_{2.}-\bar{y}._2+\bar{y}..=4-5-8+7.3=-1.7$

3- تقدير التأثيرات Estimate the effect.

أثبت أن $y_{33}=8$

Prove that $y_{33}=8$

$$\hat{\mu}=\bar{y}..=\frac{y..}{tr}=\frac{88}{12}=7.3$$

$$\hat{t}_{3.}=\bar{y}_{3.}-\bar{y}..=9-7.3=1.7$$

$$\hat{R}._3=\bar{y}._3-\bar{y}..=5.3-7.3=-2$$

$$\hat{e}_{33}=y_{33}-\bar{y}_{3.}-\bar{y}._3+\bar{y}..=8-9-5.3+7.3=1$$

$$yij=\mu+t_i+R_j+e_{ij}$$

$$8=7.3+1.7+(-2)+1=8$$

$$\therefore 8=8$$

Missing value والمشاهدة المفقودة Relative Efficiency (R.E%): الكفاءة النسبية

الكفاءة النسبية لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة مقارنةً مع التصميم العشوائي الكامل

$$R.E\%=\frac{(r-1)Msr+r(t-1)Mse}{(rt-1)Mse}\times 100$$

مثال: في تصميم R.C.B.D إذا علمت أن:

$t=4$, $r=5$, $S^2yij=3$, $Fcal.forBlocks=2$, $SST=120$.

أوجد 1- جدول تحليل التباين، 2- الكفاءة النسبية لهذا التصميم مقارنةً مع التصميم العشوائي الكامل

ANOVA Table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.
Total	19	120		
Blocks	4	24	6	2
treat.	3	60	20	6.6
Error	12	36	3	

$S^2yij=Mse=3$

$$R.E\%=\frac{4\times 6+5\times 3\times 3}{19\times 3}\times 100=121.05\cong 120\%$$

R.C.B.D:

r =5

R.E%= 120/100=1.2

$5\times 1.2 = 6$

ومن ذلك يتضح أن عدد التكرارات المطلوب استخدامها في حالة الـ C.R.D يساوي 6 لتتساوى مع الخمس قطاعات التي تم استخدامها في حالة الـ R.C.B.D . أي نحتاج لزيادة عدد القطع التجريبية بمقدار 20% مما يزيد من تكاليف التجربة بما يعادل 20%من التكاليف التي أخذتها تجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

مثال آخر:

R.C.B.D

r = 6

R.E% = 140%

$6\times 1.4 = 8.4\cong 8$

أي نحتاج إلى 8 قطاعات في حالة استخدام الـ C.R.D لتتساوى مع الـ 6 قطاعات التي استخدمت في الـ R.C.B.D.

المشاهدة المفقودة: Missing value or Missing data

البيانات المفقودة وكيفية تقديرها:

قد يحدث أحيانا فقدان مشاهدة أو أكثر لأي سبب وطالما أن هذا الفقدان ليس بسبب المعاملة وأن الفقدان حدث بشكل مستقل عن تأثير المعاملات فأننا لا نستطيع تعويض قيمة المشاهدة وانما ممكن حساب قيمة تقديرية للمشاهدة المفقودة لأن أي وحدة تجريبية مرتبطة مع وحدات تجريبية ضمن نفس القطاع أخذت نفس المعاملة ويمكن الاستفادة من هذه العلاقة في تقدير قيمة المشاهدة المفقودة.

مثال1: إذا كان لديك البيانات التالية، أوجد المشاهدة المفقودة ثم أوجد جدول تحليل التباين:

$ti.$	Blocks (القطاعات) r_1	r_2	r_3	r_4	$yi.$	
t_1	8	5	10	8	31	
t_2	9	7	----- 10.3	6	~~22~~	32.3
$y.j$	17	12	~~10~~ 20.3	14	~~53~~ 63.3	

$$yij = \frac{tyi. + ry.j - y..}{(t-1)(r-1)}$$

$$y_{23} = \frac{2\times 22 + 4\times 10 - 53}{1\times 3} = 10.3$$

ثم توضع هذه القيمة في مكانها ويستكمل الحل وكأنها قيمة حقيقية مع الأخذ بنظر الاعتبار طرح درجة حرية واحدة لكل من الـ error والـ Total.

$$C.F = \frac{(63.3)^2}{8} = 500.86$$

ANOVA Table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.
Total	6	24.23		
Blocks	3	19.69	6.56	3.02
treat.	1	0.21	0.21	0.09
Error	2	4.33	2.17	

(تمرين للحل)

– إذا كان لديك البيانات التالية، أوجد المشاهدة المفقودة ثم أوجد جدول تحليل التباين:

$ti.$	Blocks(القطاعات)			$yi.$
	r_1	r_2	r_3	
t_1	8	5	4	17
t_2	7	---	8	15
t_3	6	6	6	18
$y.j$	21	11	18	50

.Latin Square Design (L.S.D

تصميم المربع اللاتيني تعريف التصميم: هو ذلك التصميم الذي يتم فيه تجميع الوحدات التجريبية غير المتجانسة في مجموعات تضم كل منها وحدات تجريبية متجانسة بعدد المعاملات الداخلة في التجربة على أن يتم التجميع

باتجاهين يسمى أحدهما صفوفا ويسمى الآخر أعمدة.

وعليه فأن شروط هذا التصميم هي:

1- أن كل صف وكل عمود ما هو الا قطاع كامل (أو مكرر كامل).

2- كل معاملة لا تظهر غير مرة واحدة في كل صف أو عمود.

3- أن كل من الأعمدة والصفوف يكون مساويا لعدد المعاملات.

4- عدد الوحدات التجريبية المطلوبة لتطبيق التجربة مسا

ويستخدم هذا التصميم عندما يكون هناك مصدرين رئيسيين للاختلافات (الخطأ المنتظم) بين الوحدات التجريبية المراد استخدامها في التجربة مما يؤدي الى زيادة دقة التجربة وكفاءتها.

وبافتراض عدم وجود تداخل بين الصفوف والأعمدة والمعاملات وفي حالة وجود أي تداخل بين أثنين أو بين جميع طرق التقسيم فأن أختبار المعنوية يكون غير صحيح.

ميزات التصميم وعيوبه: يمكن تلخيص ميزات التصميم بالنقاط الآتية:

1- عن طريق تجميع الوحدات التجريبية في صفوف وأعمدة يمكننا ذلك من التحكم في الاختلافات الموجودة أصلا بين الوحدات التجريبية بدرجة أكبر من التصميمين السابقين وبالتالي يكون تباين الخطأ أصغر مما يؤدي الى زيادة دقة التجربة.

2- التحليل الأحصائي للبيانات بسيط.

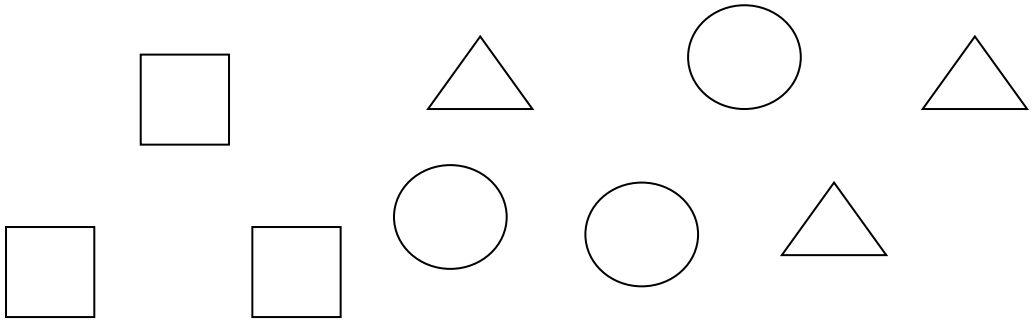
3- يبقى التحليل الأحصائي بسيط نسبيا حتى في حالة فقدان قيم بعض المشاهدات.

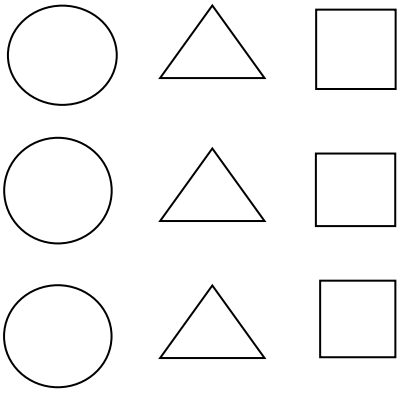
أما عيوب التصميم فهي:

1- يتحدد عدد المعاملات بعدد الصفوف وعدد الأعمدة وهو قيد على الباحث عند تخطيط التجربة وكلما زاد عدد الوحدات التجريبية زاد الخطأ التجريبي لذلك لا ينصح باستخدام أكثر من (8) معاملات.

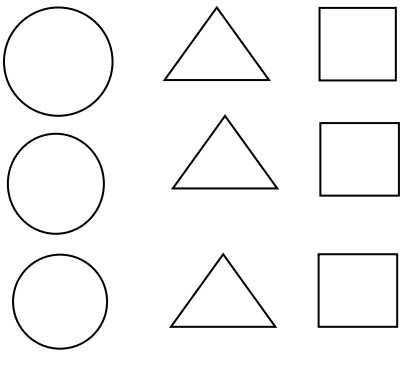
2- عند استخدام هذا التصميم في تجارب تحتوي على عدد قليل من المعاملات فأن درجات حرية الخطأ ستكون قليلة مما يسبب في ارتفاع قيمة تباين الخطأ التجريبي وبالتالي يسبب في اتخاذ قرارات خاطئة.

أساس عمل القطاعات باتجاهين: لو توفرت لدينا الوحدات التجريبية غير المتجانسة التالية:

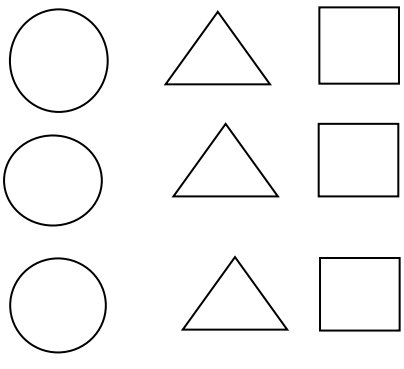




الخطوة الأولى: تجميع الوحدات إلى قطاعات حسب الشكل (أعمدة)



الخطوة الثانية: تجميع الوحدات إلى قطاعات اخرى حسب اللون (صفوف)



الخطوة الثالثة: توزيع المعاملات داخل الصفوف الأعمدة

من هذه البيانات أوجد 1- جدول تحليل التباين:

r \ c	C_1	C_2	C_3	C_4	$yi.$	$\bar{y}i.$	$y_{(k).}$	$\bar{y}_{(k).}$
r_1	4 (B)	5 (A)	9 (C)	7 (D)	25	6.25	15	3.75
r_2	2 (A)	3 (B)	3 (D)	7 (C)	15	3.75	16	4.00
r_3	7 (C)	4 (D)	6 (A)	5 (B)	22	5.50	27	6.75
r_4	6 (D)	4 (C)	4 (B)	2 (A)	16	4.00	20	5.00
$y.j$	19	16	22	21	78	4.875	78	4.875
$\bar{y}.j$	4.75	4.00	5.50	5.25	$y..$	$\bar{y}..$		

$$C.F = \frac{(y..)^2}{r^2}$$

ANOVA table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F. cal
Total	r^2-1	$SST = \sum yij(k)^2 - C.F$		
Rows	$r-1$	$SSr = \frac{\sum yi.^2}{r} - C.F$	$Msr = \frac{SSr}{d.f}$	$F_r = \frac{Msr}{Mse}$
Columns	$r-1$	$SSc = \frac{\sum y.j^2}{r} - C.F$	$Msc = \frac{SSc}{d.f}$	$F_c = \frac{Msc}{Mse}$
treat.	$r-1$	$SSt = \frac{\sum y.(k)^2}{r} - C.F$	$Mst = \frac{SSt}{d.d}$	$F_t = \frac{Mst}{Mse}$
error	$(r-1)(r-2)$	$SSe = SST - SSr - SSc - SSt$	$Mse = \frac{SSe}{d.f}$	

2- معادلة النموذج الرياضي

Linear model : $y_{i\,j(k)} = \mu + R_i + C_j + t_{(k)} + e_{ij(k)}$ $\left.\begin{matrix} i = 1-r(4) \\ j = 1-c(4) \\ k = 1-t(4) \\ r = c = t \end{matrix}\right\}$

3- تقدير التأثيرات estimation effects :

$$\hat{\mu} = \bar{y}.. = \frac{y..}{r^2} =$$

$\hat{r}i. = \bar{y}i. - \bar{y}..$ example : $\hat{r}_{1.} = \bar{y}_{1.} - \bar{y}.. = 6.25 - 4.875 = 1.375$

$\hat{C}.j = \bar{y}.j - \bar{y}..$ example : $\hat{C}._2 = \bar{y}._2 - \bar{y}.. = 4 - 4.875 = -0.875$

$\hat{t}_{(k).} = \bar{y}_{(k).} - \bar{y}..$ example : $\hat{t}_{(4).} = \bar{y}_{(4)}. - \bar{y}.. = 5 - 4.875 = 0.125$

$$\hat{e}_{ij(k)} = y_{ij(k)} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} - \bar{y}_{(k).} + 2\bar{y}..$$

$$\hat{e}_{22(2)} = y_{22(2)} - \bar{y}_{2}. - \bar{y}._{2} - \bar{y}_{(2).} + 2\bar{y}..$$
$$= 3 - 3.75 - 4 - 4 + 2 \times 4.875$$
$$= 1$$

-أثبت من خلال معادلة النموذج الرياضي أن $y_{42(3)} = 4$

$$\hat{e}_{42(3)} = y_{42(3)} - \bar{y}_{4}. - \bar{y}._{2} - \bar{y}_{(3).} + 2 \times \bar{y}..$$
$$= 4 - 4 - 4 - 6.75 + 2 \times 4.875$$
$$= -1$$
$$\hat{y}_{42(3)} = 4.875 + (-0.875) + (-0.875) + 1.875 + (-1) = 4$$
$$\therefore 4 = 4$$

تمرين للحل من بيانات السؤال السابق أثبت من خلال معادلة النموذج الرياضي أن $y_{11(2)} = 4$

الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني

الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني مقارنة مع التصاميم الأخرى:

1- الكفاءة النسبية للتصميم مقارنة مع التصميم العشوائي الكامل C.R.D

$$\text{R.E.\%} = \frac{Msr + Msc + (r-1)Mse}{(r+1)Mse} \times 100$$

2- الكفاءة النسبية للتصميم مقارنة مع تصميم القطاعات العشوائي الكامل R.C.B.D

أ- بافتراض أن الصفوف كانت تمثل القطاعات:

$$\text{R.E.\%} = \frac{Msc + (r-1)Mse}{rMse} \times 100$$

ب- بافتراض أن الأعمدة كانت تمثل القطاعات:

$$\text{R.E.\%} = \frac{Msr + (r-1)Mse}{rMse} \times 100$$

مثال: أكمل جدول تحليل التباين ثم أوجد الكفاءة النسبية لهذا التصميم بالمقارنة مع التصميم العشوائي الكامل وتصميم القطاعات العشوائية الكاملة:

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.
Total	24	400		
Rows	4	80	20	2
Columns	4	120	30	3
treat.	4	80	20	2
error	12	120	10	

$$1- = \frac{Msr + Msc + (r-1)Mse}{(r+1)Mse} \times 100 = \frac{20 + 30 + (5-1) \times 10}{(5+1)10} \times 100 = 150\%$$

2- $= \frac{Msc + (r-1)Mse}{rMse} \times 100 \quad = \frac{30 + (5-1)10}{5 \times 10} \times 100 = 140\%$

3- $= \frac{Msr + (r-1)Mse}{rMse} \times 100 \quad = \frac{20 + (5-1)10}{5 \times 10} \times 100 = 120\%$

مثال2: في تصميم مربع لاتيني L.S.D أكمل جدول تحليل التباين أوجد الكفاءة النسبية لهذا التصميم بالمقارنة مع التصميم العشوائي الكامل إذا علمت أن:

$Syij(k) = 2$ ، $SSerror = 24$ ، $Fcal.ForRowsandColumns = 3$ ، $SSTotal = 102$.

الحل:

$Syij(k) = \sqrt{Mse}$

$2 = \sqrt{Mse}$

$\therefore Mse = 4$

ANOVA table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.
Total	15	102		
Rows	3	36	12	3
Columns	3	36	12	3
treat.	3	6	2	0.5
error	6	24	4	

$= \frac{Msr + Msc + (r-1)Mse}{(r+1)Mse} \times 100$

$= \frac{12 + 12 + (4-1) \times 4}{(4+1)4} \times 100 = 180\%$

المشاهدة المفقودة في المربع اللاتيني

تقدير المشاهدة المفقودة: في حالة فقد إحدى قيم المشاهدات في تجربة طبقت باستخدام تصميم المربع اللاتيني فيمكن تقديرها باستخدام المعادلة الآتية:

$$yij(k) = \frac{r[yi. + y.j + y(k).] - 2y..}{(r-1)(r-2)}$$

حيث أن:

$y_{i.}$ هي مجموع قيم المشاهدات الموجودة في نفس الصف الذي فقدت منه المشاهدة.

$y_{.j}$ هي مجموع قيم المشاهدات الموجودة في نفس العمود الذي فقدت منه المشاهدة.

$y_{(k).}$ هي مجموع قيم المشاهدات الخاصة بنفس المعاملة التي فقدت منه المشاهدة.

$y_{..}$ هي مجموع جميع المشاهدات المتبقية بعد فقد المشاهدة.

مثال: حلل البيانات الآتية بعد تقدير قيمة المشاهدة المفقودة ثم لخصها في جدول تحليل التباين:

r \ c	C_1	C_2	C_3	$yi.$	$y_{(k).}$	
r_1	5 (A)	4 (B)	3 (C)	12	10	
r_2	9 (B)	5 (C)	2 (A)	~~11~~(16)	16	
r_3	5 (C)	3 (A)	3 (B)	11	~~8~~	13
$y.j$	19	~~7~~	8	34		
		12		39		

$$yij(k) = \frac{r[yi. + y.j + y(k).] - 2y..}{(r-1)(r-2)}$$

$$y_{22(2)} = \frac{3[11+7+8] - 2\times 34}{2\times 1} = 5$$

وبعدها توضـــــع القيمة المفقودة في محلها وتتغير المحاور التي تأثرت بفقدها ثم يوجد الجدول مع طرح درجة حرية واحدة لكل من الـ Total والـ Error.

$$C.F = \frac{(y..)^2}{r^2} = \frac{(39)^2}{9} = 169$$

ANOVA table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.
Total	7	34		
Rows	2	4.7	2.4	0.9
Columns	2	20.7	10.4	4
treat.	2	6	3	1.2
error	1	2.6	2.6	

مثال2: حلل البيانات الآتية ثم لخصها في جدول تحليل التباين:

Rows	Columns			$y_{(k).}$	$yi.$
	C_3	C_2	C_1		
r_1	10 (B)	8 (C)	9 (A)	27	~~18~~(25.5)
r_2	-7.5-(A)	11 (B)	9 (C)	~~20~~(27.5)	33
r_3	7 (C)	9 (A)	12 (B)	28	24
$y.j$	~~17~~(24.5)	28	30	Y..	~~75~~(82.5)

$$\hat{y}_{21(1)} = \frac{3(20 + 17 + 18) - 2(75)}{(3 - 1)(3 - 2)} = 7.5$$

$SST = (10)^2 + \ldots + (12)^2 - 756.25 = 21$
$SSr = (27)^2 + (27.5)^2 + (28)^2/3 - 756.25 = 0.17$
$SSc = (24.5)^2 + (28)^2 + (30)^2/3 - 756.25 = 5.17$
$SSt = (25.5)^2 + (33)^2 + (24)^2/3 - 756.25 = 15.5$
$SSE = 21 - 0.17 - 5.17 - 15.5 = 0.16$

جدول تحليل التباين

S.O.V	F cal.	M.S	S.S	d.f
Total	7	21		
Rows	2	0.17	0.09	0.56
Columns	2	5.17	2.59	16.18
treat.	2	15.5	7.75	48.43
error	1	0.16	0.16	

التجارب العاملية

التجارب العاملية: هي تجربة تتضمن عدد من المعاملات التي هي عبارة عن جميع التوافيق بين عدة اسة تأثيرها على ظاهرة معينة. ولا تعتبر التجارب العاملية تصميما بحد ذاتها بل هي مجرد تنظيم وترتيب لمستويات العوامل المدروسة في معاملات عاملية.

مميزات التجارب العاملية:

1- تتيح للباحث فرصة دراسة وتقييم التأثيرات المشتركة لأثنين أو أكثر من المتغيرات التجريبية (العوامل) عند اشتراكها معا في نفس التجربة.

2- المعلومات المستفادة من التجارب العاملية تكون دائما أكثر كمالا وقيمة من التجارب ذات العامل الواحد لأنها تتيح الفرصة لتقييم تأثير التداخل بين العوامل الداخلة في التجربة.

3- يستطيع الباحث أن يقدر ما يمكن أن يحدث عند وجود المتغيرات معا علاوة على المعلومات التي يحصل عليها حول كيفية سلوك كل المتغيرات المدروسة إذا وجد منفردا.

4- ان تقدير تأثير العوامل الفردية يكون أكثر فائدة من الناحية العملية وذلك أن هذه التأثيرات تقدر كمتوسط لتأثيرات تحت مدى واسع نسبيا من المتغيرات التجريبية الأخرى (العوامل) ذات العلاقة.

5- أن المجتمع الذي من أجله نستخلص المعلومات يكون أكثر شمولا من المجتمع المقابل في حالة تجربة ذات عامل واحد.

أما العيب الوحيد للتجارب العاملية هو كبر عدد التوافيق الممكنة وبالتالي زيادة أعداد المعاملات العاملية اللازمة لدراسة تأثير عدة عوامل عند عدة مستويات.

تمثل العوامل دائما بأحرف كبيرة ومستويات العامل تمثل بأحرف صغيرة مقابلة لها، فثلاث عوامل A , B , C على سبيل المثال ومستوياتها يرمز لها بالأحرف الصغيرة المقابلة لها.

مثال: تجربة عاملية طبقت في تصميم C.R.D بعاملين (3×2) وقيمة r =4 وكانت البيانات كالآتي:

A	B	treat. Comb.	Replications				$y_{ij.}$	$\bar{y}_{ij.}$
a_1	b_1	a_1b_1	10	10	10	10	40	10
	b_2	a_1b_2	8	8	12	12	40	10
	b_3	a_1b_3	5	5	4	6	20	5
a_2	b_1	a_2b_1	4	4	4	8	20	5
	b_2	a_2b_2	9	6	4	7	26	6.5
	b_3	a_3b_3	5	4	7	6	22	5.5
							168	7
							$y_{...}$	$\bar{y}_{...}$

أوجد:1- جدول تحليل التباين.

2- معادلة النموذج الرياضي للتصميم الذي طبقت فيه التجربة.

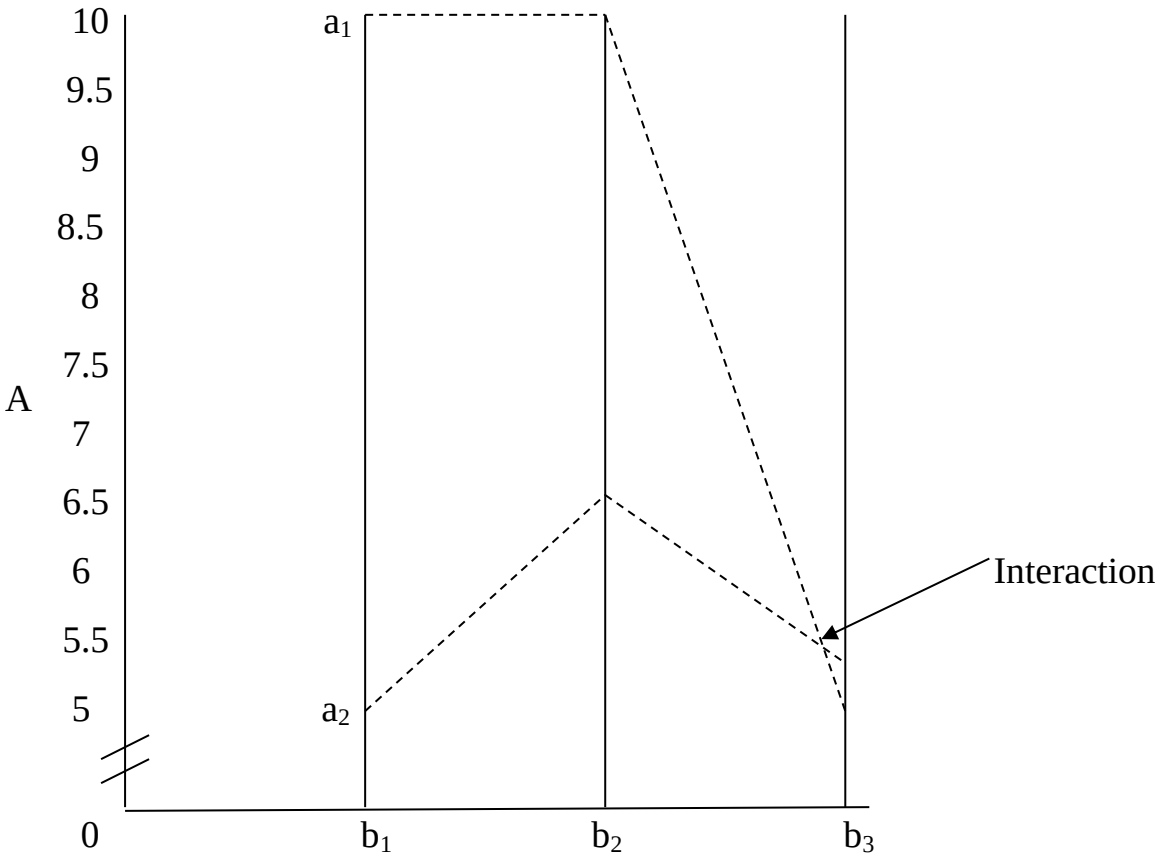
3- منحنى التداخل.

	b_1	b_2	b_3	$yi..$
a_1	40	40	20	100
a_2	20	26	22	68
$y.j$	60	66	42	168

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.
Total	abr - 1	SST= $\sum yijk^2 - C.F$		
treat. comb.	ab - 1	$SSt_{com.} = \frac{\sum yij.^2}{r} - C.F$	$MSt = \frac{SSt}{d.f_t}$	
A	a-1	$SSA = \frac{\sum yi..^2}{br} - C.F$	$MSA = \frac{SSA}{d.f_A}$	$\frac{MSA}{MSe}$
B	b-1	$SSB = \frac{\sum y.j.^2}{ar} - C.F$	$MSB = \frac{SSB}{d.f_B}$	$\frac{MSB}{MSe}$
AB	(a-1)(b-1)	SSAB = SSt – SSA – SSB	$MS(AB) = \frac{SSAB}{d.f_{AB}}$	$\frac{MSAB}{MSe}$
error	ab(r-1)	SSe = SST– SSt	$MSe = \frac{SSe}{d.f_e}$	

$$C.F = \frac{(y...)^2}{abr}$$

$$yijk = \mu + Ai + Bj + (AB)ij + eijk \begin{cases} i = 1.....2(a) \\ j = 1.....3(b) \\ k = 1.....4(r) \end{cases}$$



Interaction Curve

يمكن أن يصاغ السؤال السابق بالأسلوب التالي، إذا كانت معادلة النموذج الرياضي للتجربة كما يلي:

$$yijk = \mu + Ai + Bj + (AB)ij + eijk \begin{cases} i = 1.....2 \\ j = 1.....3 \\ k = 1.....4 \end{cases}$$

وكانت متوسطات المعاملات كالآتي:

$\bar{y}_{11.} = 10$, $\bar{y}_{12.} = 10$, $\bar{y}_{13.} = 5$, $\bar{y}_{21.} = 5$, $\bar{y}_{22.} = 6.5$, $\bar{y}_{23.} = 5.5$

أكمل جدول تحليل التباين إذا علمت أن:

C.F = 1176, SSTotal = 162

الحل:

$\bar{y}_{11.} = 10 \therefore y_{11.} = 10 \times 4 = 40$

$\bar{y}_{12.} = 10 \therefore y_{12.} = 10 \times 4 = 40$

$\bar{y}_{13.} = 5 \therefore y_{13.} = 5 \times 4 = 20$

$\bar{y}_{21.} = 5 \therefore y_{21.} = 5 \times 4 = 20$

$\bar{y}_{22.} = 6.5 \therefore y_{22} = 6.5 \times 4 = 26$

$\bar{y}_{23.} = 5.5 \therefore y_{23.} = 5.5 \times 4 = 22$

وترتب المجاميع في جدول باتجاهين A وB كالسابق ويستكمل الحل.

A \ B	b_1	b_2	b_3	$yi..$
a_1	40	40	20	100
a_2	20	26	22	68
$y.j$	60	66	42	168

والتداخل يمكن رسمه كالسابق لأن متوسطات المعاملات هي نفسها.

(تمرين للتدريب) تجربة عاملية طبقت في تصميم C.R.D وكانت معادلة النموذج الرياضي للتجربة كما يلي:

$$yijk = \mu + Ai + Bj + (AB)ij + eijk \begin{cases} i = 1.....2 \\ j = 1.....2 \\ k = 1.....5 \end{cases}$$

وكانت قيمة

$$y_{11.} = 25 \ , \ y_{12.} = 40 \ , \ y_{21.} = 35 \ , \ y_{22.} = 35$$

أوجد:1- جدول تحليل التباين إذا علمت أن:

SSTotal = 56 , C.F = 911.25 .

2- منحنى التداخل.

C.R.D مثال تطبيقي لتجربة عاملية في تصميم :

لمعرفة تأثير مستوى البروتين والطاقة في تسمين العجول أستخدم فيها نسبتين من البروتين 13% و15 % وثلاث مستويات من الطاقة (منخفض، متوسط، مرتفع) وبأربع مكررات. وكانت البيانات كالآتي:

A	B	Treat. Comb.	observations				$y_{ij.}$	$\bar{y}_{ij.}$
a_1	b_1	a_1b_1	6	6	5	5	22	5.5
	b_2	a_1b_2	7	7	7	7	28	7
	b_2	a_1b_3	8	8	7	7	30	7.5
a_2	b_1	a_2b_1	7	5	6	6	24	6
	b_2	a_2b_2	7	8	7	8	30	7.5
	b_3	a_2b_3	9	9	8	10	36	9
	y…						170	

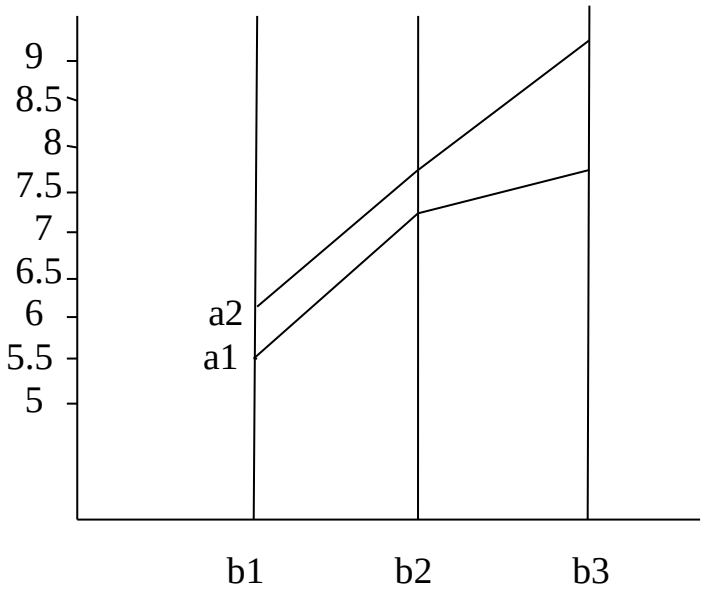
$$C.F = \frac{(y...)^2}{abr} = (170)^2/24 = 1204.17$$

$SST = (6)^2 + \ldots + (10)^2 - 1204.17 = 37.83$

	b_1	b_2	b_3	$y_{i..}$
a_1	22	28	30	80
a_2	24	30	36	90
$y_{.j.}$	46	58	66	170

$SStreat.\ Comb. = (22)^2 + (28)^2 + (30)^2 + (24)^2 + (30)^2 + (36)^2/4 - 1204.17$
$= 30.83$
$SSA = (80)^2 + (90)^2/12 - 1204.17 = 4.16$
$SSB = (46)^2 + (58)^2 + (66)^2/8 - 1204.17 = 25.33$
$SSAB = 30.83 - 4.16 - 25.33 = 1.34$
$SSe = 37.83 - 30.83 = 7$

S.O.V.	d.f.	SS	MS	F cal.
Total	23	37.83		
Treat. Comb.	5	30.83	6.17	
A	1	4.16	4.16	10.67
B	2	25.33	12.67	32.49
AB	2	1.34	0.67	1.72
error	18	7	0.39	



منحنى التداخل

يتضح من المخطط بأنه لا يوجد تداخل

C.R.D تجربة عامليه بثلاث عوامل طبقت بالتصميم العشوائي الكامل مثال: تجربة عاملية طبقت في تصميم C.R.D بثلاث عوامل (2×3×3) وتوفرت 72 وحدة تجريبية متجانسة،

جد مايأتي:

1- عدد المعاملات العاملية ورموزها.

2- معادلة النموذج الرياضي للتصميم الذي طبقت فيه التجربة.

3- جدول تحليل التباين لمصادر التباين ودرجات الحرية بالأرقام فقط.

الحل:

treatments 4 $18 = 3\times3\times2$ replication (r = 4).

$\therefore$ No. of treat. = 18

رموز المعاملات العاملية:

$a_1b_1c_1$
$a_1b_1c_2$
$a_1b_1c_3$
$a_1b_2c_1$
$a_1b_2c_2$
$a_1b_2c_3$
$a_1b_3c_1$
$a_1b_3c_2$
$a_1b_3c_3$
$a_2b_1c_1$
$a_2b_1c_2$
$a_2b_1c_3$
$a_2b_2c_1$
$a_2b_2c_2$
$a_2b_2c_3$
$a_2b_3c_1$
$a_2b_3c_2$
$a_2b_3c_3$

2- معادلة النموذج الرياضي:

$$yijkl = \mu + Ai + Bj + Ck + (AB)ij + (AC)ik + (BC)jk + (ABC)ijk + eijkl \quad \begin{cases} i = 1.....a(2) \\ j = 1.....b(3) \\ k = 1.....c(3) \\ l = 1.....r(4) \end{cases}$$

جدول تحليل التباين ANOVA table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F.cal
Total	abcr-1	$SST = \sum yijkl^2 - C.F$		
treat. comb.	abc-1	$SSt_{com.} = \frac{\sum yijk.^2}{r} - C.F$	$\frac{SSt}{d.f}$	
A	a-1	$SSA = \frac{\sum yi...^2}{bcr} - C.F$	$\frac{SSA}{d.f}$	$\frac{MSA}{SSe}$
B	b-1	$SSB = \frac{\sum y.j..^2}{acr} - C.F$	$\frac{SSB}{d.f}$	$\frac{MSB}{SSe}$
C	c-1	$SSC = \frac{\sum y..k.^2}{abr} - C.F$	$\frac{SSC}{d.f}$	$\frac{MSC}{SSe}$
AB	(a-1)(b-1)	$SSAB = \frac{\sum yij..^2}{cr} - C.F - SSA - SSB$	$\frac{SSAB}{d.f}$	$\frac{MAB}{SSe}$
AC	(a-1)(c-1)	$SSAC = \frac{\sum yi.k.^2}{br} - C.F - SSA - SSC$	$\frac{SSAC}{d.f}$	$\frac{MAC}{SSe}$
BC	(b-1)(c-1)	$SSBC = \frac{\sum y.jk.^2}{ar} - C.F - SSB - SSC$	$\frac{SSBC}{d.f}$	$\frac{MBC}{SSe}$
ABC	(a-1)(b-1)(c-1)	$SSABC = SSt - SSA - SSB - SSC - SSAB - SSAC - SSBC$	$\frac{SSABC}{d.f}$	$\frac{ABC}{SSe}$
Error	abc(r-1)	$SSerror = SST - SSt$	$\frac{SSe}{d.f}$	

$$C.F = \frac{(y....)^2}{abcr}$$

مثال2: تجربة عاملية طبقت في تصميم C.R.D بثلاث عوامل (2×3×4) وتوفرت 120 وحدة تجريبية متجانسة، جد مايأتي:

1- عدد المعاملات العاملية ورموزها.

2- معادلة النموذج الرياضي للتصميم الذي طبقت فيه التجربة.

3- جدول تحليل التباين لمصادر التباين ودرجات الحرية بالأرقام فقط.

الحل:

2×3×4 = 24 treatments $\frac{120}{24} = 5$ replication (r = 5).

$\therefore$ No. of treat. = 24

رموز المعاملات العاملية:

$a_1b_1c_1$	$a_2b_1c_1$
$a_1b_1c_2$	$a_2b_1c_2$
$a_1b_1c_3$	$a_2b_1c_3$
$a_1b_1c_4$	$a_2b_1c_4$
$a_1b_2c_1$	$a_2b_2c_1$
$a_1b_2c_2$	$a_2b_2c_2$
$a_1b_2c_3$	$a_2b_2c_3$
$a_1b_2c_4$	$a_2b_2c_4$
$a_1b_3c_1$	$a_2b_3c_1$
$a_1b_3c_2$	$a_2b_3c_2$
$a_1b_3c_3$	$a_2b_3c_3$
$a_1b_3c_4$	$a_2b_3c_4$

2- معادلة النموذج الرياضي:

$$yijkl = \mu + Ai + Bj + Ck + (AB)ij + (AC)ik + (BC)jk + (ABC)ijk + eijkl \quad \begin{cases} i = 1.....a(2) \\ j = 1.....b(3) \\ k = 1.....c(4) \\ l = 1.....r(5) \end{cases}$$

ANOVA table

S.O.V	d.f
Total	abcr-1 = 119
treat .comb.	abc-1= 23
A	a-1= 1
B	b-1= 2
C	c-1= 3
AB	(a-1)(b-1) = 2
AC	(a-1)(c-1) = 3
BC	(b-1)(c-1) = 6
ABC	(a-1)(b-1)(c-1) = 6
Error	abc(r-1) = 96

R.C.B.D تجربة عامليه تطبق باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة مثال: تجربة عامليه طبقت باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة R.C.B.D بعاملين (2×2)

وكانت قيمة r =3 وكانت البيانات كالآتي:

treat. comb.	Replications			*yij.*	$\bar{y}ij.$
a_1b_1	9	12	9	30	10
a_1b_2	7	5	6	18	6
a_2b_1	10	10	7	27	9
a_2b_2	8	10	6	24	8
y..k	34	37	28	99	8.25
$\bar{y}..k$	8.5	9.25	7.00	*y...*	$\bar{y}...$

أوجد:1- جدول تحليل التباين.

2- معادلة النموذج الرياضي للتصميم الذي طبقت فيه التجربة.

3- منحنى التداخل.

A \ B	b_1	b_2	*yi..*
a_1	30	18	48
a_2	27	24	51
y.j.	57	42	99

$$C.F = \frac{(y...)^2}{abr} = \frac{(99)^2}{12} = \frac{9801}{12} = 816.75$$

$$\text{SST} = \sum yijk^2 - C.F$$

$$= (9)^2 + \ldots\ldots\ldots + (6)^2 - 816.75 = 865 - 816.75 = 48.25$$

$$SSBlock = \frac{\sum y..k^2}{ab} - C.F$$

$$= \frac{(34)^2 + (37)^2 + (28)^2}{4} - 816.75 = 10.50$$

$$SSt_{com.} = \frac{\sum yij.^2}{r} - C.F$$

$$= \frac{(30)^2 + (18)^2 + (27)^2 + (24)^2}{3} - 816.75 = 26.25$$

$$SSA = \frac{\sum yi..^2}{br} - C.F$$

$$= \frac{(48)^2 + (51)^2}{2 \times 3} - 816.75 = 0.75$$

$$SSB = \frac{\sum y.j.^2}{ar} - C.F$$

$$= \frac{(57)^2 + (42)^2}{2 \times 3} - 816.75 = 18.75$$

SSAB = SSt – SSA – SSB

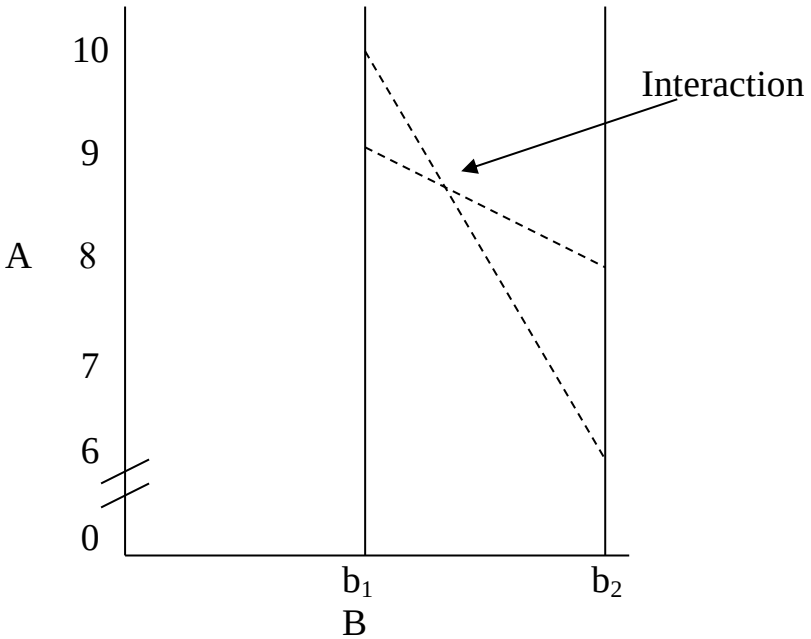
= 26.25 – 0.75 – 18.75 = 6.75

SSe = SST– SSt – SSBlock = 48.25 – 26.25 – 10.50 = 11.50

ANOVA table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F cal.
Total	abr -1= 11	48.25		
Block	r-1= 2	10.50		
treat. comb.	ab-1 = 3	26.25		
A	a-1=1	0.75	0.75	0.39
B	b-1=1	18.75	18.75	9.77
AB	(a-1)(b-1) =1	6.75	6.75	3.52
error	(ab-1) (r-1) = 6	11.50	1.92	

$$yijk = \mu + Ai + Bj + (AB)ij + Rk + eijk \quad \begin{cases} i = 1.....2(a) \\ j = 1.....2(b) \\ k = 1.....3(r) \end{cases}$$



Interaction Curve